



MICROELECTRICAL MECHANICAL SYSTEM (MEMS) OPTICAL MODULATOR, MEMS OPTICAL MODULE, MEMS LIGHT DISPLAY SYSTEM, AND MEMS OPTICAL MODULATION METHOD

Patent number: JP2002214543
Publication date: 2002-07-31
Inventor: STARKWEATHER GARY K; SINCLAIR MICHAEL J
Applicant: MICROSOFT CORP
Classification:
- **International:** G02B26/02; G02B27/18; H04N5/66
- **European:**
Application number: JP20010331341 20011029
Priority number(s):

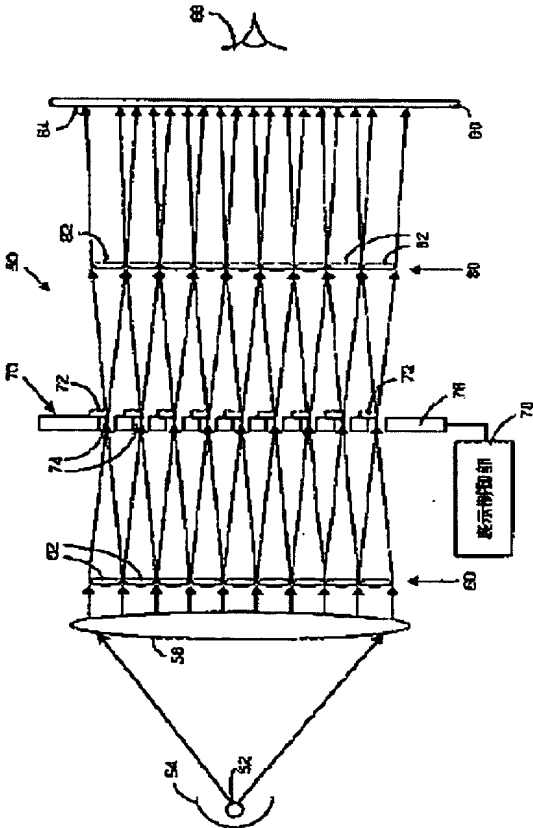
Also published as:

 EP1202096 (A2)
 EP1202096 (A3)

Abstract of JP2002214543

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a MEMS optical modulator which modulates a light with a MEMS actuator, a MEMS optical module, a MEMS light display system, and a MEMS optical modulation method.

SOLUTION: The MEMS light display system is equipped with an illumination source, a collimator lens for receiving illumination light and forming parallel illumination light, a converging micro lens array having the array of the small lenses which converge parallel illumination light, and the MEMS optical modulator. The converging micro lens array leads illumination light to the MEMS optical modulator. The MEMS optical modulator includes, for example, the planar substrate through which two or more pixel apertures extend, and two or more MEMS actuators which support the and selectively position MEMS shutters over the apertures. The light from the converging micro lens array is focused through the apertures, is selectively modulated according to the positioning of the MEMS shutters by the MEMS actuators, and transmits image information on the illumination light.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-214543

(P2002-214543A)

(43)公開日 平成14年7月31日(2002.7.31)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 26/02

G 0 2 B 26/02

B 2 H 0 4 1

27/18

27/18

Z 5 C 0 5 8

H 0 4 N 5/66

H 0 4 N 5/66

A

審査請求 未請求 請求項の数45 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2001-331341(P2001-331341)

(22)出願日 平成13年10月29日(2001. 10. 29)

(31)優先権主張番号 0 9 / 7 0 2 , 5 8 5

(32)優先日 平成12年10月31日(2000. 10. 31)

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 391055933

マイクロソフト コーポレイション

M I C R O S O F T C O R P O R A T I O N

アメリカ合衆国 ワシントン州 98052-

6399 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ (番地なし)

(72)発明者 ガリー ケー. スタークウェザー

アメリカ合衆国 98006 ワシントン州

ベルビュー サウスイースト 57 プレイ
ス 17810

(74)代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外2名)

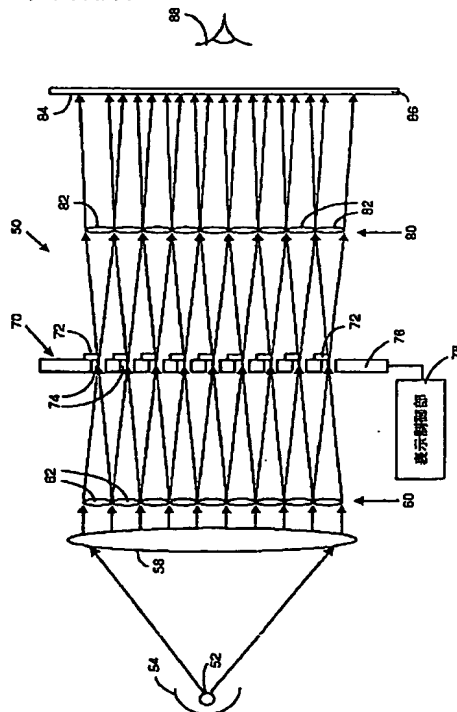
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マイクロエレクトリカルメカニカルシステム (MEMS) 光変調器、MEMS光モジュール、MEMS光ディスプレイシステム、および、MEMS光変調方法

(57)【要約】

【課題】 MEMSアクチュエータにより光を変調するMEMS光変調器、MEMS光モジュール、MEMS光ディスプレイシステム、および、MEMS光変調方法を提供すること。

【解決手段】 MEMS光ディスプレイシステムを、照明光源と、照明光を受光して平行照明光を形成するコリメータレンズと、平行照明光を収束する小型レンズのアレイを有する収束マイクロレンズアレイと、MEMS光変調器とを備える構成とした。収束マイクロレンズアレイは照明光をMEMS光変調器に導き、MEMS光変調器は、たとえば複数のピクセル開口部が延びる平坦な基板と、開口部の上でMEMSシャッタを支持し選択的に位置決めする複数のMEMSアクチュエータとを備え、収束マイクロレンズアレイからの光は開口部を通して焦点を結び、MEMSアクチュエータによるMEMSシャッタの位置決めによって選択的に変調されて照明光上で画像情報を伝える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明光を提供する照明光源と、
前記照明光を受光して平行照明光を形成するコリメータ
レンズと、
前記平行照明光を収束する複数の小型レンズで構成され
たアレイを有する収束マイクロレンズアレイと、
複数のピクセル開口部が延在する平坦な基板と、前記ピ
クセル開口部の上で複数のマイクロ電気トリカルメカ
ニカルシャッタを支持して選択的に位置決めする複数の
マイクロ電気トリカルメカニカルアクチュエータとを
含み、前記ピクセル開口部が前記収束マイクロレンズア
レイから照明光を受光するように位置決めされており、
前記マイクロ電気トリカルメカニカルシャッタの選択
的な位置決めに従って前記照明光が選択的に通過するマ
イクロ電気トリカルメカニカル光変調器と、
前記マイクロ電気トリカルメカニカル光変調器を通過
する照明光を受光するディスプレイ画面とを備えること
を特徴とするマイクロ電気トリカルメカニカル光ディ
スプレイシステム。

【請求項 2】 前記マイクロ電気トリカルメカニカル
光変調器と前記ディスプレイ画面の間に配置され、前記
照明光を前記ディスプレイ画面に投影する複数の小型レ
ンズのアレイを有する投影マイクロレンズアレイを備え
ることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ電気ト
リカルメカニカル光ディスプレイシステム。

【請求項 3】 前記マイクロ電気トリカルメカニカル
光変調器の前記マイクロ電気トリカルメカニカルアク
チュエータが、熱マイクロ電気トリカルメカニカルア
クチュエータであることを特徴とする請求項 1 に記載の
マイクロ電気トリカルメカニカル光ディスプレイシス
テム。

【請求項 4】 前記照明光源が 1 つのみの光源を備える
ことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ電気トリ
カルメカニカル光ディスプレイシステム。

【請求項 5】 前記照明光源が色の異なる複数の光源を
備えることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロエ
レクトリカルメカニカル光ディスプレイシステム。

【請求項 6】 複数の光源を交互に動作させ、フィール
ドシーケンシャルな方法で前記光源と協調して前記マイ
クロ電気トリカルメカニカルシャッタを制御するフィ
ールドシーケンシャル制御器を備えることを特徴とする
請求項 1 に記載のマイクロ電気トリカルメカニカル光
ディスプレイシステム。

【請求項 7】 前記ディスプレイ画面が透過性ディス
プレイ画面であることを特徴とする請求項 1 に記載のマ
イクロ電気トリカルメカニカル光ディスプレイシステ
ム。

【請求項 8】 他のモジュールに嵌め合わせる、または
係合することができるディスプレイモジュールを構成す
るためにディスプレイシステムを格納するハウジングを

備えることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロエ
レクトリカルメカニカル光ディスプレイシステム。

【請求項 9】 前記照明光源が単色であることを特徴と
する請求項 1 に記載のマイクロ電気トリカルメカニ
カル光ディスプレイシステム。

【請求項 10】 前記照明光源が多色であることを特徴
とする請求項 1 に記載のマイクロ電気トリカルメカニ
カル光ディスプレイシステム。

【請求項 11】 複数のピクセル領域を有する平坦な基
板と、

複数のマイクロ電気トリカルメカニカルシャッタを支
持して選択的に位置決めし、前記ピクセル領域に導かれ
た光を選択的に変調する複数のマイクロ電気トリカル
メカニカルアクチュエータとを備えることを特徴とする
マイクロ電気トリカルメカニカルマルチピクセル光変
調器。

【請求項 12】 前記ピクセル領域の各々が、平坦な基
板を貫いて延びる開口部を備えることを特徴とする請
求項 11 に記載のマイクロ電気トリカルメカニカルマ
ルチピクセル光変調器。

【請求項 13】 前記ピクセル領域の各々が、平坦な基
板上に反射器を備えることを特徴とする請求項 11 に記
載のマイクロ電気トリカルメカニカルマルチピクセル
光変調器。

【請求項 14】 前記マイクロ電気トリカルメカニ
カルアクチュエータが熱アクチュエータであることを特徴
とする請求項 11 に記載のマイクロ電気トリカルメカ
ニカルマルチピクセル光変調器。

【請求項 15】 前記マイクロ電気トリカルメカニ
カルアクチュエータが、前記基板に略平行な平面内で前
記マイクロ電気トリカルメカニカルシャッタの選択的な
位置決めを実現することを特徴とする請求項 11 に記載
のマイクロ電気トリカルメカニカルマルチピクセル光
変調器。

【請求項 16】 前記マイクロ電気トリカルメカニ
カルアクチュエータが、前記基板を略横断する平面内で
前記マイクロ電気トリカルメカニカルシャッタの選択
的な位置決めを行なうことを特徴とする請求項 11 に記
載の前記マイクロ電気トリカルメカニカルマルチピク
セル光変調器。

【請求項 17】 照明光を収束する複数の小型レンズの
アレイを有する収束マイクロレンズアレイと、
マイクロ電気トリカルメカニカル光変調器であって、
複数のピクセル領域を有する平坦な基板と、前記ピク
セル領域の上で複数のマイクロ電気トリカルメカニカル
シャッタを支持して選択的に位置決めし、前記収束マ
イクロレンズアレイからの光を選択的に変調する複数の
マイクロ電気トリカルメカニカルアクチュエータとを備
えるマイクロ電気トリカルメカニカル光変調器と、
複数の小型レンズのアレイを有し、前記マイクロエ

トリカルメカニカル光変調器からの変調光を受光して変調光を投影するように位置決めされた投影マイクロレンズアレイとを備えることを特徴とするマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 1 8】 前記収束マイクロレンズアレイと前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器と前記投影マイクロレンズアレイとを格納または包含して、他のモジュールに嵌め合わせるように構成された取付け構造物を備えることを特徴とする請求項 1 7 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 1 9】 前記ピクセル領域の各々が、前記平坦な基板を貫いて延びる開口部を備えることを特徴とする請求項 1 7 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 2 0】 前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが熱アクチュエータであることを特徴とする請求項 1 7 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 2 1】 前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、前記基板に略平行な平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする請求項 1 7 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 2 2】 前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、前記基板を略横断する平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする請求項 1 7 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 2 3】 照明光を提供する照明光源と、前記照明光を受光して平行照明光を形成するコリメータ

レンズと、前記照明光を収束する複数の小型レンズのアレイを有する収束マイクロレンズアレイと、複数のピクセル領域を有する平坦な基板と前記ピクセル領域の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めし前記収束マイクロレンズアレイからの光を選択的に変調する複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを含むマイクロエレクトリカルメカニカル光変調器と、複数の小型レンズのアレイを有し前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器からの変調光を受光して変調光を投影するように位置決めされた投影マイクロレンズアレイと、他の取付け構造に嵌め合わせるように構成された取付け構造とを各々が備える複数のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールと、

前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器を通過する照明光を受光するディスプレイ画面とを備えることを特徴とするマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイ。

【請求項 2 4】 前記複数のマイクロエレクトリカルメ

カニカル光モジュールが 2 次元アレイに配列されていることを特徴とする請求項 2 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイ。

【請求項 2 5】 前記照明光源が、前記複数のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールのすべてに照明光を供給することを特徴とする請求項 2 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイ。

【請求項 2 6】 前記ピクセル領域の各々が、前記平坦な基板を貫いて延びる開口部を備えることを特徴とする請求項 2 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイ。

【請求項 2 7】 前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが熱アクチュエータであることを特徴とする請求項 2 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイ。

【請求項 2 8】 前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、概ね前記基板に平行な平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする請求項 2 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイ。

【請求項 2 9】 前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、概ね前記基板を横断する平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする請求項 2 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイ。

【請求項 3 0】 照明光を収束させるための収束マイクロレンズアレイ手段と、

複数のピクセル領域を有する平坦な基板と、前記ピクセル領域の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めする複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを備え、前記収束マイクロレンズアレイ手段からの光を選択的に変調するためのマイクロエレクトリカルメカニカル光変調器手段と、

変調光を投影するために光変調器からの変調光を受光するように位置決めされた投影マイクロレンズアレイ手段とを備えることを特徴とするマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 3 1】 前記収束マイクロレンズアレイ手段が複数の小型レンズのアレイを備えることを特徴とする請求項 3 0 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 3 2】 前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器手段が、複数のピクセル領域を有する平坦な基板と、前記ピクセル領域の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めする複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを備えることを特徴とする請求項 3 0 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 3 3】 前記投影マイクロレンズアレイ手段が複数の小型レンズのアレイを備えることを特徴とする請求項 3 0 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュール。

【請求項 3 4】 平坦な基板を貫いて延びる複数のピクセル開口部に向かって平行照明光を収束するステップと、選択的に変調された光のピクセル配列を形成するために、前記複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを選択的に位置決めするステップとを備えることを特徴とするマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 3 5】 前記選択的に変調された光のピクセル配列をディスプレイ画面上に導くステップを備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 3 6】 前記平行照明光を提供するためコリメータレンズを介して照明光を導き、次いで前記複数のピクセル開口部に向かって平行照明光を収束するステップを備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 3 7】 前記複数のピクセル開口部に向かって平行照明光を収束するステップが、収束マイクロレンズアレイを介して平行照明光を導くステップを備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 3 8】 前記複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタのそれぞれがマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータによって制御され、前記複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを選択的に位置決めするステップが、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータを選択的に作動させるステップを備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 3 9】 前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータを選択的に作動させるステップが熱的に作動させるステップを備えることを特徴とする請求項 3 8 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 4 0】 前記複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを選択的に位置決めするステップが、前記ピクセル開口部を介して光量の異なる光を異なるピクセル輝度として通すステップを備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 4 1】 前記ピクセル開口部を介して光量の異なる光を異なるピクセル輝度として通すステップが、複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを対応する異なった時間の間だけ

位置決めするステップを備えることを特徴とする請求項 4 0 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 4 2】 前記ピクセル開口部を介して光量の異なる光を異なるピクセル輝度として通すステップが、複数のピクセル開口部のうち対応する異なった部分の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを位置決めするステップを備えることを特徴とする請求項 4 0 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 4 3】 前記平行照明光が、平行照明光の複数の別々な色成分を備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 4 4】 複数の別々な色成分平行照明光を前記複数のピクセル開口部に向かって同時に収束するステップを備えることを特徴とする請求項 4 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【請求項 4 5】 複数の別々な色成分平行照明光を前記複数のピクセル開口部に向かって時間的に順次収束するステップを備えることを特徴とする請求項 4 3 に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、光変調器、光モジュール、光ディスプレイシステム、および、光変調方法に関し、より詳細には、マイクロエレクトリカルメカニカルシステム (microelectrical mechanical system、以下「MEMS」という) の MEMS 光変調器、MEMS 光モジュール、MEMS 光ディスプレイシステム、および、MEMS 光変調方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】液晶ディスプレイなどのフラットパネル光ディスプレイシステムは周知であり、広く使用されている。多数のこのようなディスプレイ (たとえば、液晶ディスプレイ) は、偏光された照明光を必要とする。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなディスプレイは、一般に、照明光を偏光すると光が大幅に減衰し、それによってディスプレイの輝度が低下したり、または比較的高価な光学構成要素が必要になるという問題がある。また、このようなディスプレイは、一般に、コントラスト比が低く、画像の鮮明度および全体の画像品質を低下させるという問題もある。さらに、このようなディスプレイは、一般に、複雑または困難な製造プロセスを必要とするという問題もある。

【0 0 0 4】本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、マイクロエレクトリカルメカニカルシステム (MEMS) のアクチュエータを使用して光を変調するマイクロエレクトリカ

10

20

30

40

50

ルメカニカル光ディスプレイシステムを提供することにある。当技術分野で周知のように、MEMSアクチュエータは、従来の半導体（たとえば、CMOS）製造プロセスによって半導体基板上に形成される非常に小型の構成要素の制御を実現する。MEMSシステムおよびアクチュエータは、マイクロマシンによるシステムオンチップ（micromachined systems-on-a-chip）と称されることがある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、マイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムであって、前記照明光を提供する照明光源と、照明光を受光して平行照明光を形成するコリメータレンズと、前記平行照明光を収束する複数の小型レンズで構成されたアレイを有する収束マイクロレンズアレイと、複数のピクセル開口部が延在する平坦な基板と、前記ピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めする複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを含み、前記ピクセル開口部が前記収束マイクロレンズアレイから照明光を受光するように位置決めされており、前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めに従って前記照明光が選択的に通過するマイクロエレクトリカルメカニカル光変調器と、前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器を通過する照明光を受光するディスプレイ画面とを備えることを特徴とする。

【0006】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器と前記ディスプレイ画面の間に配置され、前記照明光を前記ディスプレイ画面に投影する複数の小型レンズのアレイを有する投影マイクロレンズアレイを備えることを特徴とする。

【0007】また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器の前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、熱マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータであることを特徴とする。

【0008】また、請求項4に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、前記照明光源が1つのみの光源を備えることを特徴とする。

【0009】また、請求項5に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、前記照明光源が色の異なる複数の光源を備えることを特徴とする。

【0010】また、請求項6に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディス

プレイシステムにおいて、複数の光源を交互に動作させ、フィールドシーケンシャルな方法で前記光源と協調して前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを制御するフィールドシーケンシャル制御器を備えることを特徴とする。

【0011】また、請求項7に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、前記ディスプレイ画面が透過性ディスプレイ画面であることを特徴とする。

【0012】また、請求項8に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、他のモジュールに嵌め合わせる、または係合することができるディスプレイモジュールを構成するためにディスプレイシステムを格納するハウジングを備えることを特徴とする。

【0013】また、請求項9に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、前記照明光源が単色であることを特徴とする。

【0014】更に、請求項10に記載の発明は、請求項1に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイシステムにおいて、前記照明光源が多色であることを特徴とする。

【0015】請求項11に記載の発明は、マイクロエレクトリカルメカニカルマルチピクセル光変調器であって、複数のピクセル領域を有する平坦な基板と、複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めし、前記ピクセル領域に導かれた光を選択的に変調する複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを備えることを特徴とする。

【0016】また、請求項12に記載の発明は、請求項11に記載のマイクロエレクトリカルメカニカルマルチピクセル光変調器において、前記ピクセル領域の各々が、平坦な基板を貫いて延びる開口部を備えることを特徴とする。

【0017】また、請求項13に記載の発明は、請求項11に記載のマイクロエレクトリカルメカニカルマルチピクセル光変調器において、前記ピクセル領域の各々が、平坦な基板上に反射器を備えることを特徴とする。

【0018】また、請求項14に記載の発明は、請求項11に記載のマイクロエレクトリカルメカニカルマルチピクセル光変調器において、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが熱アクチュエータであることを特徴とする。

【0019】また、請求項15に記載の発明は、請求項11に記載のマイクロエレクトリカルメカニカルマルチピクセル光変調器において、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、前記基板に略平行な平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを実現することを特徴とする。

【0020】更に、請求項16に記載の発明は、請求項11に記載の前記マイクロエレクトリカルメカニカルマルチピクセル光変調器において、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、前記基板を略横断する平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする。

【0021】請求項17に記載の発明は、マイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールであって、照明光を収束する複数の小型レンズのアレイを有する収束マイクロレンズアレイと、マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器であって、複数のピクセル領域を有する平坦な基板と、前記ピクセル領域の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めし、前記収束マイクロレンズアレイからの光を選択的に変調する複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを備えるマイクロエレクトリカルメカニカル光変調器と、複数の小型レンズのアレイを有し、前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器からの変調光を受光して変調光を投影するように位置決めされた投影マイクロレンズアレイとを備えることを特徴とする。

【0022】また、請求項18に記載の発明は、請求項17に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記収束マイクロレンズアレイと前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器と前記投影マイクロレンズアレイとを格納または包含して、他のモジュールに嵌め合わせるように構成された取付け構造物を備えることを特徴とする。

【0023】また、請求項19に記載の発明は、請求項17に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記ピクセル領域の各々が、前記平坦な基板を貫いて延びる開口部を備えることを特徴とする。

【0024】また、請求項20に記載の発明は、請求項17に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが熱アクチュエータであることを特徴とする。

【0025】また、請求項21に記載の発明は、請求項17に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、前記基板に略平行な平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする。

【0026】更に、請求項22に記載の発明は、請求項17に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、前記基板を略横断する平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする。

【0027】請求項23に記載の発明は、マイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイであって、照明光を提供する照明光源と、前記照明光を受光して平行照明光を形成するコリメータレンズと、前記照明光を収束する複数の小型レンズのアレイを有する収束マイクロレンズアレイと、複数のピクセル領域を有する平坦な基板と前記ピクセル領域の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めし前記収束マイクロレンズアレイからの光を選択的に変調する複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを含むマイクロエレクトリカルメカニカル光変調器と、複数の小型レンズのアレイを有し前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器からの変調光を受光して変調光を投影するように位置決めされた投影マイクロレンズアレイと、他の取付け構造に嵌め合わせるように構成された取付け構造とを各々が備える複数のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールと、前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器を通過する照明光を受光するディスプレイ画面とを備えることを特徴とする。

【0028】また、請求項24に記載の発明は、請求項23に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイにおいて、前記複数のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールが2次元アレイに配列されていることを特徴とする。

【0029】また、請求項25に記載の発明は、請求項23に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイにおいて、前記照明光源が、前記複数のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールのすべてに照明光を供給することを特徴とする。

【0030】また、請求項26に記載の発明は、請求項23に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイにおいて、前記ピクセル領域の各々が、前記平坦な基板を貫いて延びる開口部を備えることを特徴とする。

【0031】また、請求項27に記載の発明は、請求項23に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが熱アクチュエータであることを特徴とする。

【0032】また、請求項28に記載の発明は、請求項23に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、概ね前記基板に平行な平面内で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする。

【0033】更に、請求項29に記載の発明は、請求項23に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光ディスプレイにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータが、概ね前記基板を横断する平面内

で前記マイクロエレクトリカルメカニカルシャッタの選択的な位置決めを行なうことを特徴とする。

【0034】請求項30に記載の発明は、マイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールであって、照明光を収束させるための収束マイクロレンズアレイ手段と、複数のピクセル領域を有する平坦な基板と、前記ピクセル領域の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めする複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを備え、前記収束マイクロレンズアレイ手段からの光を選択的に変調するためのマイクロエレクトリカルメカニカル光変調器手段と、変調光を投影するために光変調器からの変調光を受光するように位置決めされた投影マイクロレンズアレイ手段とを備えることを特徴とする。

【0035】また、請求項31に記載の発明は、請求項30に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記収束マイクロレンズアレイ手段が複数の小型レンズのアレイを備えることを特徴とする。

【0036】また、請求項32に記載の発明は、請求項30に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記マイクロエレクトリカルメカニカル光変調器手段が、複数のピクセル領域を有する平坦な基板と、前記ピクセル領域の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを支持して選択的に位置決めする複数のマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータとを備えることを特徴とする。

【0037】更に、請求項33に記載の発明は、請求項30に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光モジュールにおいて、前記投影マイクロレンズアレイ手段が複数の小型レンズのアレイを備えることを特徴とする。

【0038】請求項34に記載の発明は、マイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法であって、平坦な基板を貫いて延びる複数のピクセル開口部に向かって平行照明光を収束するステップと、選択的に変調された光のピクセル配列を形成するために、前記複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを選択的に位置決めするステップとを備えることを特徴とする。

【0039】また、請求項35に記載の発明は、請求項34に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記選択的に変調された光のピクセル配列をディスプレイ画面上に導くステップを備えることを特徴とする。

【0040】また、請求項36に記載の発明は、請求項34に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記平行照明光を提供するためコリメータレンズを介して照明光を導き、次いで前記複数のピクセル開口部に向かって平行照明光を収束するステップをさらに備えることを特徴とする。

【0041】また、請求項37に記載の発明は、請求項

34に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記複数のピクセル開口部に向かって平行照明光を収束するステップが、収束マイクロレンズアレイを介して平行照明光を導くステップを備えることを特徴とする。

【0042】また、請求項38に記載の発明は、請求項34に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタのそれぞれがマイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータによって制御され、前記複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを選択的に位置決めするステップが、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータを選択的に作動させるステップを備えることを特徴とする。

【0043】また、請求項39に記載の発明は、請求項38に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記マイクロエレクトリカルメカニカルアクチュエータを選択的に作動させるステップが熱的に作動させるステップを備えることを特徴とする。

【0044】また、請求項40に記載の発明は、請求項34に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを選択的に位置決めするステップが、前記ピクセル開口部を介して光量の異なる光を異なるピクセル輝度として通すステップを備えることを特徴とする。

【0045】また、請求項41に記載の発明は、請求項40に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記ピクセル開口部を介して光量の異なる光を異なるピクセル輝度として通すステップが、複数のピクセル開口部の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを対応する異なった時間の間だけ位置決めするステップを備えることを特徴とする。

【0046】また、請求項42に記載の発明は、請求項40に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記ピクセル開口部を介して光量の異なる光を異なるピクセル輝度として通すステップが、複数のピクセル開口部のうち対応する異なった部分の上で複数のマイクロエレクトリカルメカニカルシャッタを位置決めするステップを備えることを特徴とする。

【0047】また、請求項43に記載の発明は、請求項34に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、前記平行照明光が、平行照明光の複数の別々な色成分を備えることを特徴とする。

【0048】また、請求項44に記載の発明は、請求項43に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、複数の別々な色成分平行照明光を前記複数のピクセル開口部に向かって同時に収束するステップを備えることを特徴とする。

【0049】更に、請求項45に記載の発明は、請求項43に記載のマイクロエレクトリカルメカニカル光変調方法において、複数の別々な色成分平行照明光を前記複数のピクセル開口部に向かって時間的に順次収束するステップを備えることを特徴とする。

【0050】一実施例では、本発明によるMEMS光ディスプレイシステムは、照明光を提供するための照明光源と、照明光を受光してそこから平行照明光を形成するためのコリメータレンズ (collimating lens) と、平行照明光を収束する小型レンズのアレイを有する収束マイクロレンズアレイ (microlens array) とを含む。収束マイクロレンズアレイは、照明光をマイクロエレクトリカルメカニカルシステム (MEMS) 光変調器に導く。

【0051】MEMS光変調器は、たとえば複数のピクセル開口部が貫いて延びる平坦な基板と、開口部の上でMEMSシャッタを支持し、かつ選択的に位置決めする複数のMEMSアクチュエータとを含む。MEMSアクチュエータとMEMSシャッタは、対応する開口部と共にピクセルに対応している。収束マイクロレンズアレイからの光は開口部を通して焦点を結び、MEMSアクチュエータによるMEMSシャッタの位置決めによって選択的に変調され、それによって照明光上で画像情報を伝える。次いで光は、投影マイクロレンズアレイによって拡散透過性 (diffused transmissive) のディスプレイ画面に伝えられる。

【0052】他の実施例では、MEMS光デバイスモジュールが、たとえば少なくとも収束マイクロレンズアレイと、MEMS光変調器と、投影マイクロレンズアレイとで形成できる。本発明によるMEMS光ディスプレイシステムは、アレイ状に配列され、かつ光源、平行光学系、およびディスプレイ画面に組み合わされた複数のモジュールで形成できる。

【0053】本発明によるMEMS光ディスプレイシステムは偏光された照明光なしで動作可能なため、光の減衰や照明光の偏光の費用がなくなる。加えて、光を不透明なMEMSシャッタで完全に遮断または変調できるため、非常にコントラスト比の高い表示画像が得られる。さらに、このようなMEMS光変調器は、従来のCMOS回路製造プロセスによって製造できる。

【0054】本発明の他の目的および効果は、添付した図面を参照しながら説明したその好ましい実施形態の記載から明らかであろう。

【0055】

【発明の実施の形態】本発明を理解する一助とするため、図1～15を参照しながら、MUMPSプロセスを使用してマイクロメカニカルデバイスを製作する一般手順を説明する。

【0056】MUMPSプロセスは、エッチングされて所望の物理構造を生み出す3層の共形 (conform

a1) ポリシリコンを提供する。POLY0に指定された第1層は支持用ウェハに結合され、POLY1およびPOLY2の第2層および第3層の各々は、層が分離されてプロセス中に除去される犠牲層を使用することによって下にある構造から分離可能なメカニカル層である。

【0057】図1～15は、ノースカロライナ州リサーチトライアングルパーク、コーンウォリスロード3021のMEMS Technology Applications Centerより提供されたもので、マイクロモーターを構築するための一般プロセスを示している。

【0058】MUMPSプロセスは、100mmのn型シリコンウェハ10で始まる。ウェハ表面には、POC13をドーパント源として使用して、標準的な拡散炉中で燐が高濃度にドーブされる。これは、後からウェハ上に載置される静電性デバイスからのシリコンへの電荷のフィードスルー (feed-through) を減少させる。次いで、応力の低い600nm低圧化学気相堆積 (LPCVD) 窒化珪素層12が、電気絶縁層としてシリコン上に堆積され、シリコンウェハと窒化珪素層が基板を形成する。

【0059】次いで、厚み500nmのLPCVDポリシリコン膜であるPOLY0層14が基板上に堆積される。次いで、POLY0層14は、POLY0層をフォトレジスト16で被覆すること、マスク (図示せず) を用いてフォトレジストを露光すること、および、露光したフォトレジストを現像して、後からPOLY0層にパターンを転写するための所望のエッチマスクを作成することを含むフォトリソグラフィによってパターン付けされる (図2)。フォトレジストをパターン付けした後で、POLY0層14が反応性イオンエッチング (RIE) システムでエッチングされる (図3)。

【0060】図4を参照すると、厚さ2.0μmのPSG (phosphosilicate glass) 犠牲層18がLPCVDによってPOLY0層14上に堆積され、窒化物層12のうち一部が露出している。本明細書中で第1酸化物 (First Oxide) と称されるPSG層は、プロセスの終わりに除去されて、ポリシリコンの第1機械層POLY1 (下記) を下にある構造、すなわちPOLY0および窒化珪素層から開放する。この犠牲層は、ディンプル (DIMPLES) マスクを用いてリソグラフィでパターン付けされ、深さ750nmでRIEによって第1酸化物層に窪み20を形成する (図5)。次いで、ウェハは第3マスク層ANCHOR1を用いてパターン付けされ、第1酸化物層からPOLY0層へ延びるアンカー穴 (anchor hole) 22を設けるためにエッチングされる (図6)。ANCHOR1穴は、次のステップでPOLY1層24によって充填される。

【0061】ANCHOR1のエッチング後、ポリシリ

コン (POLY 1) の第 1 構造層 2 4 が厚さ 2. 0 μm で堆積される。次いで、薄い 200 nm 厚の PSG 層 2 6 が POLY 1 層 2 4 の上に堆積され、ウェハをアニールして (図 7) PSG 層から燐を POLY 1 層にドーブする。アニールはまた、POLY 1 層の応力を減少させる。POLY 1 および PSG マスク層 2 4、2 6 はリソグラフィでパターン付けられ、POLY 1 層の構造を形成する。POLY 1 層をエッチングした後 (図 8)、フォトレジストが剥離され、残りの酸化物マスクが RIE によって除去される。

【0062】POLY 1 層 2 4 がエッチングされた後、第 2 PSG 層 (以下第 2 酸化物 (Second Oxide) と呼ぶ) 2 8 が堆積される (図 9)。第 2 酸化物 2 8 は、異なる目的を有する 2 枚の異なるエッチマスクを使用してパターン付けされる。

【0063】第 1 に、POLY 1__POLY 2__VIA (バイア) エッチング (30 に示す) により、第 2 酸化物内に POLY 1 層 2 4 に至るエッチング穴を設ける。このエッチングは、POLY 1 層と後続の POLY 2 層との間の機械接続および電気接続を提供する。POLY 1__POLY 2__VIA 層はリソグラフィでパターン付けられ、RIE によってエッチングされる (図 10)。

【0064】第 2 に、ANCHOR 2 エッチング (32 に示す) は、第 1 および第 2 酸化物層 1 8、2 8、ならびに POLY 1 層 2 4 を 1 回のステップでエッチングするために行われる (図 11)。ANCHOR 2 エッチングでは、第 2 酸化物層が、POLY 1__POLY 2__VIA エッチングと同じ方法でリソグラフィでパターン付けられ、RIE によってエッチングされる。図 11 は、POLY 1__POLY 2__VIA エッチングと ANCHOR 2 エッチングとが終了した後のウェハ断面を示す。

【0065】次いで、第 2 構造層 POLY 2 (34 に示す) が厚さ 1. 5 μm で堆積され、それに続いて 200 nm の PSG が堆積される。次いで、ウェハは、POLY 2 層にドーブし、膜の残留応力を減少させるためにアニールされる。次いで、POLY 2 層が 7 番目のマスクを用いてリソグラフィでパターン付けられ、PSG 層および POLY 2 層が RIE によってエッチングされる。次いで、フォトレジストが剥離され、マスク酸化物が除去される (図 13)。

【0066】MUMPS プロセスで最後に堆積される層は、プローブ用、ボンディング用、電気経路決め用、および、高反射率鏡面の表面を提供する 0. 5 μm の金属層 36 である。ウェハは 8 番目のマスクを用いてリソグラフィでパターン付けられ、リフトオフ技法を使用して金属が堆積され、かつパターン付けされる。最後の未剥離の例示的な構造を図 14 に示す。

【0067】最後に、ウェハは既知の方法を使用して犠牲層の剥離および試験を受ける。図 15 は、犠牲酸化物が剥離された後のデバイスを示す。

【0068】好ましい実施形態では、本発明のデバイスが、上述のステップによる MUMPS プロセスによって製作される。ただし、本発明のデバイスは図 1~15 の一般プロセスに示された特定のマスクを使用せず、本発明の構造に特有のマスクを使用する。また、MUMPS プロセスについて上述したステップは、MEMS Technology Applications Center による指令によって変わることがある。この製作プロセスは本発明の一部ではなく、本発明を作成するために使用できるいくつかのプロセスの 1 つにすぎない。

【0069】図 16 は、本発明によるマイクロエレクトリカルメカニカルシステム (MEMS) 光ディスプレイシステム 50 の側面線図である。ディスプレイシステム 50 は、光源 52 と、照明光をコリメータレンズ 58 に導く反射器 54 とを含む。小型レンズ 62 の 2 次元アレイ (1 次元のみ示す) を有する収束マイクロレンズアレイ 60 は平行光を受光して、マイクロエレクトリカルメカニカル構造 (MEMS) 光変調器 70 に焦点を結ぶ。マイクロレンズアレイ 60 は、プラスチックレンズの成形アレイとして、またはホロレンズ (hololenses) とも称されるホログラフィックレンズのアレイとして形成できるが、従来のガラスレンズの組立てアレイであってもよい。

【0070】MEMS 光変調器 70 は、下記でさらに詳しく述べるように、マイクロエレクトリカルメカニカルシステム (MEMS) 基板 76 を介し、対応する開口部 74 に隣接して位置決めされるマイクロエレクトリカルメカニカルシステム (MEMS) シャッタ 72 の 2 次元アレイを有する。各 MEMS シャッタ 72 は画素またはピクセルに対応し、画像制御信号 (図示せず) により照明光を遮断または通過させるために表示制御器 78 によって別々に制御可能であり、それによって表示画像を形成する。たとえば、各 MEMS シャッタ 72 は、所与のピクセル期間の間、対応するピクセルの輝度に反比例してその開口部 74 を閉塞でき、あるいは各 MEMS シャッタ 72 は、対応するピクセルの輝度に反比例する閉塞期間の間、その開口部 74 を閉塞できる。

【0071】小型レンズ 82 の 2 次元アレイ (1 次元のみ示す) を有する投影マイクロレンズアレイ 80 は、表示画像光を受光して観察者 88 から見えるように透過性ディスプレイ画面 86 の背面 84 に投影する。投影マイクロレンズアレイ 80 は、マイクロレンズアレイ 60 と類似の構造でよいが、製造加工費を最小限に抑えるためにそれと同一にすることができる。別法では、投影マイクロレンズアレイ 80 は、透過性ディスプレイ画面 86 上で所望の画像サイズを実現するように光領域を拡大または縮小することができる。

【0072】MEMS 光ディスプレイシステム 50 は、一般に液晶ディスプレイで得られるよりも多数の利点を有する。たとえば、MEMS 光変調器 70 は、液晶セル

の一般的な動作と異なって、照明光が偏光されていることを要しない。これにより、一般に偏光に伴う費用と光の減衰がなくなる。さらに、MEMS光変調器70は実質的に減衰がない状態で非変調光を通すことができるが、一般的な液晶セルは光を著しく減衰させる。同様にMEMS光変調器70は、MEMSシャッタ72が不透明であり光を完全に変調できるため、液晶セルよりもはるかに高いコントラスト比を実現できる。最後に、MEMS光変調器70は、一般に液晶ディスプレイで必要とされる複雑なプロセスを必要とせずに、従来のCMOS回路技法によって製造できる。

【0073】一実施例では、たとえば、MEMS光変調器70がMEMSシャッタ72の200×200のアレイを含み、対応する開口部74の200×200のアレイを通る光を制御できる。この実施例では、たとえば収束マイクロレンズアレイ60が、小型レンズのそれぞれが約1mmの焦点距離を有する200×200の小型レンズ62を含むことができ、開口部74はそれらの間に約50μmの間隔を有する整然とした規則正しいアレイ状に位置決めできる。このような実施例のMEMS光変調器70は、寸法1cm×1cm、基板76の厚み約200μmを有することができる。倍率約2.5倍をもたらす投影マイクロレンズアレイ80の小型レンズ82を用いれば、ディスプレイ画面86は約2.5cm×2.5cm、約1インチ×1インチの寸法を有することができる。

【0074】図17は、小型レンズ62の2次元アレイ（1次元のみ示す）を有する収束マイクロレンズアレイ60と、MEMS光変調器70と、小型レンズ82の2次元アレイ（1次元のみ示す）を有する投影マイクロレンズアレイ80とを備えるMEMS光デバイスモジュール100の側面線図である。MEMS光デバイスモジュール100は、例示的なディスプレイ応用例またはモジュール100の使用例を示すため、照明光源、コリメータレンズおよびディスプレイ画面（破線で示す）に関連して示す。

【0075】MEMS光デバイスモジュール100は、収束マイクロレンズアレイ60と、MEMS光変調器70と、投影マイクロレンズアレイ80とを含むまたは包含する取付け構造（たとえば、枠体またはハウジング）102を含む。取付け構造102は、MEMS光デバイスモジュール100を他の同様のモジュールに嵌め合わせることを可能にし、近接してまとめた構成にすることも、相互に堅固に係合することもできる。電気接続104（たとえば、プラグ、ソケット、リードなど）は、表示制御器（図示せず）をMEMS光変調器70に接続して、MEMSシャッタ72を制御するための表示制御信号を供給することを可能にする。その他の実施例では、本発明のMEMS光デバイスモジュールが、いかなる照明光源と、平行光学系と、ディスプレイ画面とを含むこ

とができることが理解されよう。

【0076】図18は、複数のMEMS光デバイスモジュール100の1次元または2次元アレイ122（1次元のみ示す）を含むMEMS光ディスプレイシステム120の側面線図である。一実施例では、すべてのMEMS光デバイスモジュール100が同一である。モジュール型ディスプレイハウジング124は、MEMS光デバイスモジュール100のアレイ122を支持および格納する。

【0077】モジュール型ディスプレイハウジング124は、光源126と、反射器128と、複数のMEMS光デバイスモジュール100に平行光を供給する平行光学系130とを含む。薄いフラットパネルのフォームファクタ（form factor）をサポートするため、光源126と反射器128は、ラップトップコンピュータのフラットパネルディスプレイに使用されているものと類似であることができ、平行光学系130は概ね平坦なマイクロレンズアレイまたはフレネルレンズであることができる。

【0078】一体型表示制御器134は、MEMS光デバイスモジュール100の電気接続部104に電気的に結合され、単一のディスプレイとしてモジュール100の一体制御を実現する（電気結合部は見やすさのため図示しない）。透過性の散乱ディスプレイ画面136は、MEMS光デバイスモジュール100でのアレイ122の一体型ディスプレイ画面として機能する。

【0079】例示的な一実施例では、各MEMS光デバイスモジュール100が、2.5cm×2.5cmの面積にわたる200ピクセル×200ピクセルのディスプレイを提供する。MEMS光デバイスモジュール100の6×8アレイ122を含むMEMS光ディスプレイシステム120は、15cm×20cmの面積にわたる1200ピクセル×1600ピクセルのディスプレイを提供できよう。

【0080】例示のため、MEMS光ディスプレイシステム50とMEMS光デバイスモジュール100とを、それぞれ線図の光源52と共に示す。単色（たとえば白黒）の実施例では、光源52が単一（たとえば、通常は白色）光源（たとえばランプ）に対応できる。多色の実施例では、光源52は、多色またはフルカラー画像を実現するように協働する1つまたは複数の、別々に制御される光源を含むことができる。

【0081】図19は、多色照明光源152とそれに伴う反射器154の一実施例を示すマイクロエレクトリカルメカニカルシステム（MEMS）光ディスプレイシステム150の側面線図である。概ねディスプレイシステム50のものと同じであるMEMS光ディスプレイシステム150の構成要素は、同じ参照番号で示す。

【0082】照明光源152は、複数（たとえば3色）の色成分光源（たとえばランプ）156R、156Gお

10

20

30

40

50

よび156Bを含み、それらが概ね1列に位置決めされ、それぞれ赤、緑および青の光を生成する。MEMSシャッタ72を別々に制御する表示制御器158はまた、色成分光源156R、156Gおよび156Bを別々に活動化する。表示制御器158は、色成分光源156R、156Gおよび156Bを連続的に活動化する間に、赤、緑および青の画像構成要素に対応するMEMSシャッタ72に制御信号を印加し、それによってフィールドシーケンシャル(field-sequential)な方法で色成分画像を形成する。

【0083】たとえば、180Hzの割合で生成される色成分画像は、60Hzの画像フレーム率を提供できる。例示的な一実施例では、200×200多色ピクセルのディスプレイが、小型レンズ62および72の204×204アレイをそれぞれ有するマイクロレンズアレイ60および70を使用し、色の異なる光の成分が辿る、異なる光路を補償してディスプレイの全領域を形成する。代替実施例としては、当技術分野で周知のように、複数の連続する照明の色が、回転するカラーホイールと白色光源とによって得られることが理解されよう。

【0084】図20および21は、MEMSシャッタ72を制御するためのそれぞれ活動化状態と弛緩状態にある例示的なMEMSアクチュエータ170の正面図である。この例示的な実施例では、MEMSアクチュエータ170が弛緩状態にある場合に、MEMSシャッタ72が、MEMS基板76を貫いて延びる関連の開口部74の上に維持される。MEMSシャッタ72は、MEMSアクチュエータ170が活動化状態にある場合に、関連の開口部74を遮らないように移動する。MEMSアクチュエータ170は、MEMSシャッタ72を制御するために使用できる様々なMEMSアクチュエータの1つである。

【0085】MEMSアクチュエータ170は、ヒータクタ(heater)と呼ばれることもあり、擬似バイモルフ(pseudo-bimorph)として機能する熱アクチュエータの実施例である。アクチュエータ170は、基板(たとえば、図示しないが基板10または窒化物層12)に固定された1対の構造アンカー172および174を含む。細い半導体(たとえばポリシリコン)アーム178がアンカー172に固定され、幅広の半導体(たとえばポリシリコン)アーム180は細い延長部182を介してアンカー174に固定されている。アーム178および180は、横部材184によって相互に結合されている。アンカー172および174との接続部を除いて、アーム178および180と、延長部182と、横部材184とは基板から解放されている。

【0086】アクチュエータ170の構成要素は電氣的に半導体性を有し、正の熱膨張係数を有する。たとえば、アクチュエータ170はシリコンで形成される。ア

クチュエータ170は、ピクセル制御信号源などの電流源190からアーム178および180を介して電流が通ると活動化される。印加された電流によってアーム178および180のオーミック加熱またはジュール加熱が誘発され、シリコンの正の温度膨張係数のため、アームが長手方向に延びる。アーム178の方が小さいため、アーム180よりも延びる。

【0087】アクチュエータ170は、サイズの異なるアーム178および180の熱膨張差を利用して、基板に対して平行に弧を描いてたわむ擬似バイモルフを発生する。図21に示すようにアクチュエータ170が弛緩状態にあると、MEMSシャッタ72が開口部74の上に位置決めされ、そこを介して導かれる光を遮断する。図20に示すようにアクチュエータ170が活動化状態にあると、MEMSシャッタ72は光が開口部74を通過するように移動する。

【0088】図22は、マイクロエレクトロニカルメカニカルシステム(MEMS)光ディスプレイシステム200の側面線図であり、これは、マイクロエレクトロニカルメカニカルシステム(MEMS)光変調器202が、開口部208に隣接する受光側206上に位置決めされたマイクロエレクトロニカルメカニカルシステム(MEMS)シャッタ204の2次元アレイを含むことを除いて、MEMS光ディスプレイシステム50と同じである。MEMSシャッタ204は、図20および21を参照しながら上述したように、光変調器202と平行して平面内で移動するMEMSアクチュエータ(図示せず)によって制御できる。

【0089】他の実施例では、MEMS光変調器70のMEMSシャッタ72および204が、変調器70および202をそれぞれ横断する(たとえば、それらに直交する)平面でシャッタ72および204を移動するMEMSアクチュエータによって制御できる。このような実施例では、シャッタ72および204が、小型レンズ62の焦点付近に光の遮断位置を有するであろう。シャッタ72および204は一般に、概ね焦点から離れていながらもなおその光の光路内にある光伝送位置を有するであろう。

【0090】図23は、上述したように、シャッタ72および204の横断面動作を実現できるマイクロエレクトロニカルメカニカル面外熱バックルビーム(out-of-plane thermal buckle-beam)アクチュエータ250の平面線図である。アクチュエータ250は、基板(たとえば、図示しないが基板10または窒化物層12)に固定された1対の構造アンカー252および254と、基部端縁260および262でアンカー252および254に固定される1つまたは複数の熱バックルビーム256(複数を示す)とを含む。バックルビーム256は実質的に同じであり、実質的に基板と平行に延び、かつ基板から離され、アンカー

10

20

30

40

50

252および254のところを除いて基板から解放される。

【0091】 回転枠体264は、一実施例ではバックルビームの midpoint (破線270で示す) と、アンカー252および254のうち1つ (たとえば、アンカー254) との間に位置決めされる結合点268部でバックルビーム256に固定される枠体基部266を含む。回転枠体264は、1端で枠体基部266に結合され、アクチュエータ250が活動化されると面外へ回転する自由端274に延びる少なくとも1つの旋回アーム272 (2本示す) をさらに含む。回転枠体264は、枠体基部266が結合点268に固定されている箇所を除いて解放され、自由に移動する。図24は弛緩状態にあるアクチュエータ250の側面線図であり、バックルビーム256に対して概ね平行な、またはそれと共面の旋回枠体264を示す。

【0092】 構造アンカー252および254と、バックルビーム256とは電氣的に半導体性を有し、正の熱膨張係数を有する。たとえば、バックルビーム256はシリコンで形成される。アクチュエータ250は、導電性結合部282および284ならびに構造アンカー252および254をそれぞれ介して、電流源280からバックルビーム256を介して電流が通ると活動化される。印加された電流によってバックルビーム256のオーミック加熱またはジュール加熱が誘発され、それによって、シリコンの正の温度膨張係数のため、バックルビームが長手方向に延びる。アンカー252および254が基部端縁260および262を制約しているため、延びるバックルビーム256がついに湾曲して基板から離れる。一実施例では、バックルビーム256が、幅 (基板に対して平行) が厚み (基板に対して直交) より大きい状態で広いアスペクト比を有し、基板に平行ではなく、偏向または傾いて湾曲して基板から離れるように形成される。図25は、活動化状態にあるアクチュエータ250の側面線図であり、バックルビーム256の面外湾曲を示す。

【0093】 アクチュエータ250の活動化状態でバックルビーム256が湾曲して基板から離れると、旋回枠体264の自由端274が旋回して基板から離れる。旋回枠体264は枠体基部266を軸に回転するが、枠体基部266もまたバックルビーム256によって持ち上げられて基板から離れる。その結果、自由端274が移動して、基板から外側へ離れる旋回力または回転力を働かせる。活動化電流が停止すると、バックルビーム256が冷えて収縮し、これによって旋回枠体264の自由端274が、活動化力と等価ながら反対の回転および並進方向の力でその最初の位置に戻る。このような旋回枠体264の回転たわみは、マイクロ光デバイス (micro-optical devices) に使用されるものなどの他のマイクロメカニカル構造の面外展開を提

供することを含む様々な用途で利用できる。たとえば、図23~25に示す実施例では、シャッタ286が自由端274に固定されて旋回枠体264と共に旋回し、アクチュエータ250が弛緩状態にあるか活動化状態にあるかによって選択的に光を偏向させる。

【0094】 図24は、バックルビーム256の中央付近の基板10 (たとえば窒化物層12) に固定され、かつそこから延びる離隔パッド290の上に延びた弛緩状態のバックルビーム256を示す。図25は活動化状態にあるバックルビーム256を示す。たとえば、離隔パッド290は厚み0.5 μ mのP0層で形成することができ、またバックルビーム256は異なる (解放された) 層で形成できる。離隔パッド290は、製作上の近似する性質によりバックルビーム256それぞれに小さな (たとえば0.5 μ m) 隆起またはたわみ294を押し出す。また、窪み292が、バックルビーム256の各端部付近に形成される。窪み292は、図のようにバックルビーム256の底面からの突出部または窪みとして、またはその上面内の凹部として、あるいはその両方として形成できる。たとえば、MUMPSの実施例では、窪み292は2 μ mのポリ1層内の0.5 μ mの凹部として形成でき、基板に接触しない。

【0095】 離隔パッド290および窪み292は、バックルビーム256が湾曲して基板から離れることを可能にし、バックルビーム256と基板 (たとえば窒化物層12) の間の静止摩擦を減少させる。典型的なアクチュエータ250内の複数のバックルビーム256では、各バックルビーム256ごとに別々の離隔パッド290を形成できること、または離隔パッド290をすべてのバックルビーム256の下に延びる単一の連続パッドとして形成できることが理解されよう。離隔パッド290と窪み292は、個別に又は一緒に、単独またはバックルビーム256の広いアスペクト比と共に使用して、それらが偏向または傾いて湾曲して基板から離れるようにできる。

【0096】 上述したように、一部の実施例は熱MEMSアクチュエータを使用する。一部の熱MEMSアクチュエータは活動化される際に著しく電力を要することがあり (たとえば10mA)、そのため多数のこのようなアクチュエータの同時動作では電流要件が過度となることがある。したがって、少なくとも静電アクチュエータおよび電力要件の少ない熱アクチュエータを含むその他のMEMSアクチュエータを他の実施例で使用して、全体システムの電力要件を減少させ得ることが理解されよう。加えて、上述の応用例は、主に光ディスプレイ用途を指している。しかし、MEMS光変調器70およびMEMS光デバイスマジュール100を含む本発明の様々な態様は、変調スキャナ、検出器などのその他の光変調用途に使用できることが理解されよう。このような応用例では、たとえばMEMS光変調器70およびMEMS

光デバイスモジュール100が光学要素の1次元アレイを使用できる。

【0097】上述した一実施例では、MEMS光変調器70のMEMS基板76が約200 μ mの厚みを有する。MEMS光変調器70をその縁部で載置または支持する場合は、このような厚みがMEMS光変調器70に適切な構造剛性を与える。それらの差渡し寸法約20 μ mを有する開口部74では、収束マイクロレンズアレイ60の小型レンズ62が比較的大きい焦点深度を要することがある。このように大きな焦点深度を回避するため、図22に示すMEMS光変調器202などのMEMS光変調器の他の実施例は、開口部ではなく反射パッドを使用して、反射パッドからディスプレイ画面、スキャナ、センサなどに照明光を選択的に反射することができる。

【0098】好ましい実施形態の説明のうち一部は、上述のMUMPS製作プロセスのステップを参照している。しかし前述のように、MUMPSは広範なMEMSデバイス設計に対応する一般的な製作プロセスである。それゆえに、本発明のため特に設計される製作プロセスは、おそらく、異なるステップと、異なる寸法および厚みと、異なる材料とを含むことになる。このような特定の製作プロセスはフォトリソグラフィプロセスの当業者の知識内にあり、本発明の一部ではない。

【0099】本発明の技術的構成が適用でき得る多数の可能な実施形態に鑑みて、詳しい実施形態は例示のためにすぎず、本発明の技術的範囲を限定すると解釈されるものではないことを理解されたい。また、本発明者は、特許請求の範囲およびその均等物の範囲に入り得るような実施形態すべてを本発明の技術的範囲に包含されるものとして主張する。

【0100】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のMEMS光ディスプレイシステムは、液晶ディスプレイで得られるよりも多数の利点を有する。たとえば、MEMS光変調器は、液晶セルの一般的な動作と異なって、照明光が偏光されていることを要しない。これにより、一般に偏光に伴う費用と光の減衰がなくなる。さらに、MEMS光変調器は実質的に減衰がない状態で非変調光を通すことができるが、一般的な液晶セルは光を著しく減衰させる。同様に、MEMS光変調器は、MEMSシャッタが不透明であり光を完全に変調できるため、液晶セルよりもはるかに高いコントラスト比を実現できる。最後に、MEMS光変調器は、一般に液晶ディスプレイで必要とされる複雑なプロセスを必要とせずに、従来のCMOS回路技法によって製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS

process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

【図2】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

10 【図3】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

【図4】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

【図5】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

【図6】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

【図7】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

40 【図8】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するため省略されている。

【図9】マイクロエレクトリカルメカニカルデバイスを製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチユーザMEMSプロセス (multi-user MEMS process) の断面図である。斜交線は、描かれた従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善するた

め省略されている。

【図10】マイクロ電気機械デバイス
を製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチ
ユーザMEMSプロセス (multi-user MEM
S process) の断面図である。斜交線は、描かれ
た従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善す
るため省略されている。

【図11】マイクロ電気機械デバイス
を製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチ
ユーザMEMSプロセス (multi-user MEM 10
S process) の断面図である。斜交線は、描かれ
た従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善す
るため省略されている。

【図12】マイクロ電気機械デバイス
を製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチ
ユーザMEMSプロセス (multi-user MEM
S process) の断面図である。斜交線は、描かれ
た従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善す
るため省略されている。

【図13】マイクロ電気機械デバイス 20
を製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチ
ユーザMEMSプロセス (multi-user MEM
S process) の断面図である。斜交線は、描かれ
た従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善す
るため省略されている。

【図14】マイクロ電気機械デバイス
を製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチ
ユーザMEMSプロセス (multi-user MEM
S process) の断面図である。斜交線は、描かれ
た従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善す 30
るため省略されている。

【図15】マイクロ電気機械デバイス
を製作するための当技術分野で周知の一般的なマルチ
ユーザMEMSプロセス (multi-user MEM
S process) の断面図である。斜交線は、描かれ
た従来技術の構造およびプロセスの見やすさを改善す
るため省略されている。

【図16】本発明によるマイクロ電気機械
カル (MEMS) 光ディスプレイシステムの一実施例の
側面線図である。 40

【図17】MEMS光デバイスモジュールの側面線図で
ある。

【図18】複数の図17のMEMS光デバイスモジュール
のレイを含むモジュール型光デバイスの側面線図で
ある。

【図19】本発明によるマイクロ電気機械
カル (MEMS) 光ディスプレイシステムの実施例
を示す図である。

【図20】MEMSシャッタを制御するための活動化状
態にある例示的なMEMSアクチュエータの正面図であ 50

る。

【図21】MEMSシャッタを制御するための弛緩状態
にある例示的なMEMSアクチュエータの正面図であ
る。

【図22】本発明によるマイクロ電気機械
カル (MEMS) 光ディスプレイシステムの他の実施例
を示す図である。

【図23】マイクロ電気機械カル面外熱バ
ックルビーム (out-of-plane therm
al buckle-beam) アクチュエータの平面
線図である。

【図24】弛緩状態にある図23のアクチュエータの側
面線図である。

【図25】活動化状態にある図23のアクチュエータの
側面線図である。

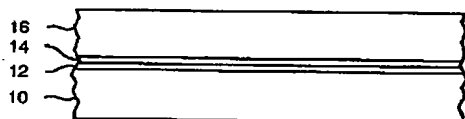
【符号の説明】

- 10 基板
- 12 窒化物層
- 14 POLY0層
- 16 フォトリソ
- 18 犠牲層
- 20 窪み
- 22 アンカー穴
- 24 POLY1層
- 26 PSG層
- 28 第2PSG層
- 30 POLY1__POLY2__VIAエッチング
- 32 ANCHOR2エッチング
- 34 POLY2層
- 36 金属層
- 50 MEMS光ディスプレイシステム
- 52 光源
- 54 反射器
- 58 コリメータレンズ
- 60 収束マイクロレンズアレイ
- 62 小型レンズ
- 70 MEMS光変調器
- 72 MEMSシャッタ
- 74 開口部
- 40 76 MEMS基板
- 78 表示制御器
- 80 投影マイクロレンズアレイ
- 82 小型レンズ
- 84 背面
- 86 透過性ディスプレイ画面
- 88 観察者
- 100 MEMS光デバイスモジュール
- 102 取付け構造
- 104 電気接続部
- 50 120 MEMS光ディスプレイシステム

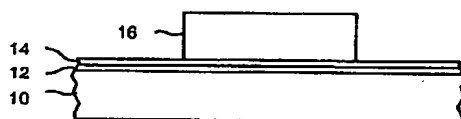
122 アレイ
 124 モジュール型ディスプレイハウジング
 126 光源
 128 反射器
 130 平行光学系
 134 一体型表示制御器
 136 散乱ディスプレイ画面
 150 MEMS光ディスプレイシステム
 152 多色照明光源
 154 反射器
 156 色成分光源
 158 表示制御器
 170 MEMSアクチュエータ
 172 アンカー
 174 アンカー
 178 アーム
 180 アーム
 182 延長部
 184 横部材
 190 電流源
 200 MEMS光ディスプレイシステム
 202 MEMS光変調器

204 MEMSシャッタ
 206 受光側
 208 開口部
 250 アクチュエータ
 252 アンカー
 254 アンカー
 256 バックルビーム
 260 基部端縁
 262 基部端縁
 10 264 旋回枠体
 266 枠体基部
 268 結合点
 270 破線
 272 旋回アーム
 274 自由端
 280 電流源
 282 導電性結合部
 284 導電性結合部
 286 シャッタ
 20 290 離隔パッド
 292 窪み
 294 たわみ

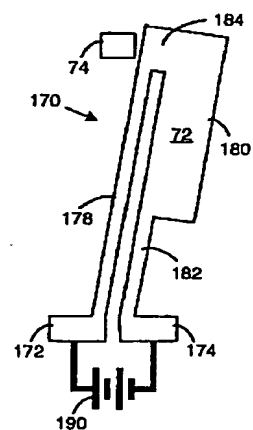
【図1】



【図2】



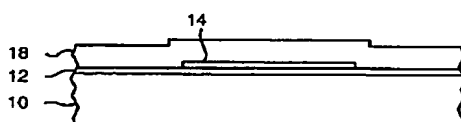
【図20】



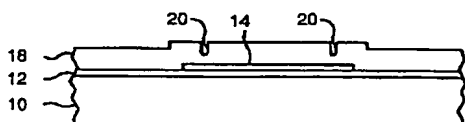
【図3】



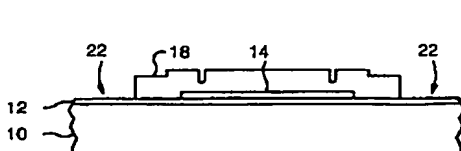
【図4】



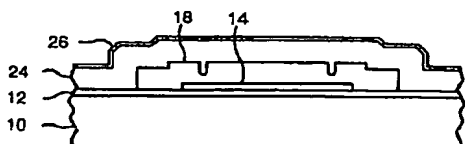
【図5】



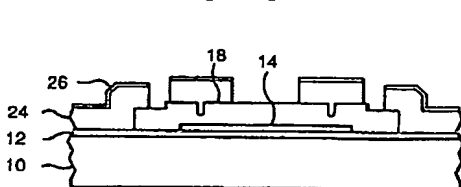
【図6】



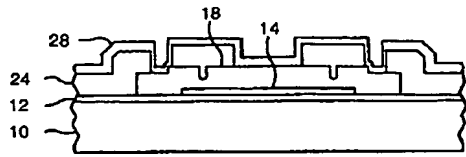
【図7】



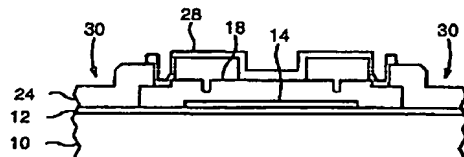
【図8】



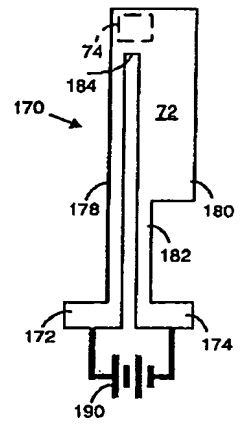
【图9】



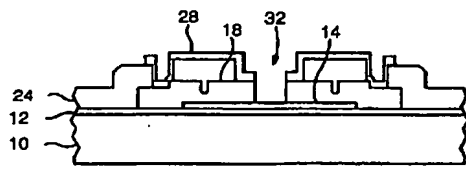
【图10】



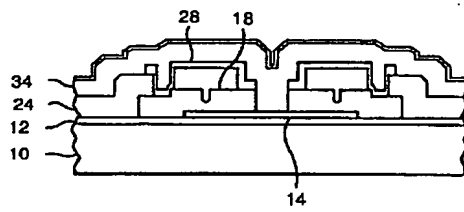
【图21】



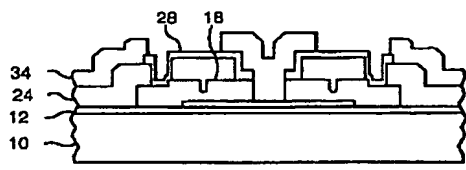
【图11】



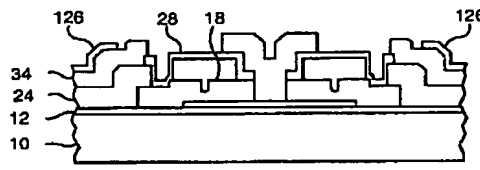
【图12】



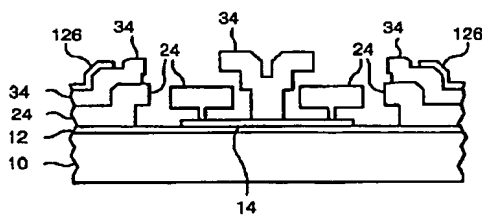
【图13】



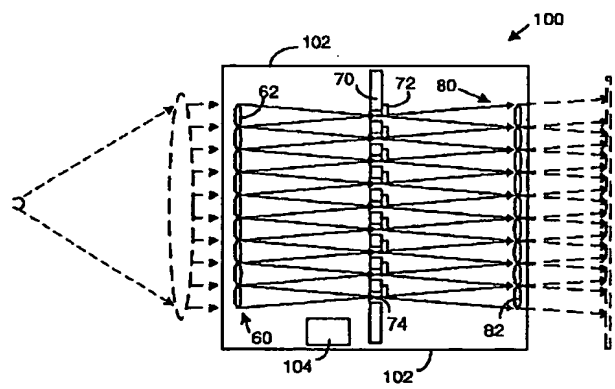
【图14】



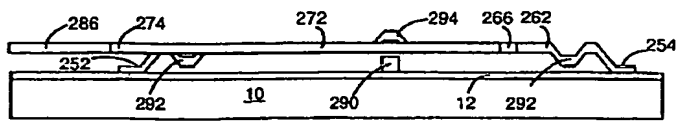
【图15】



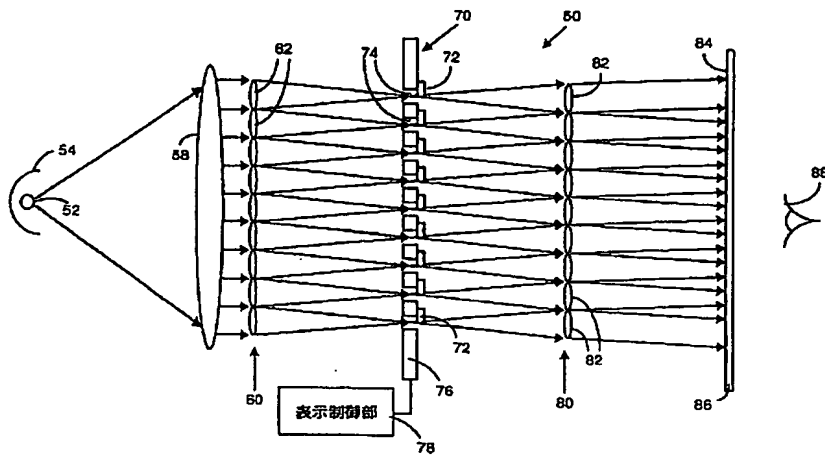
【图17】



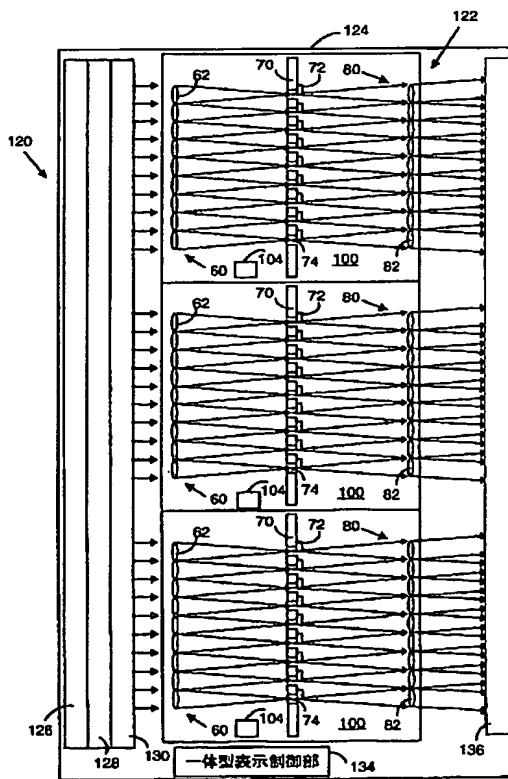
【图24】



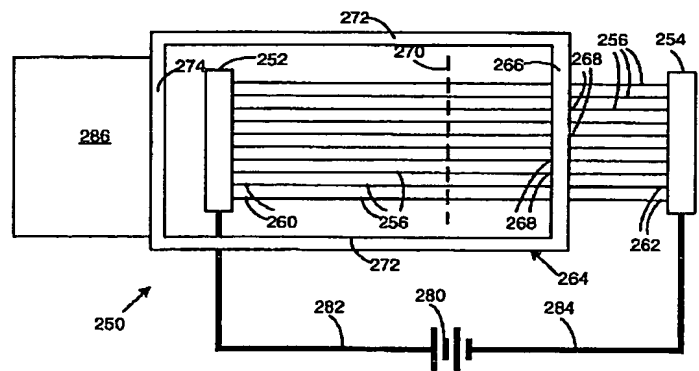
【图16】



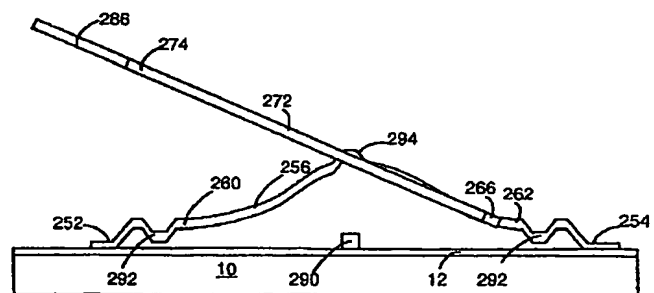
【图18】



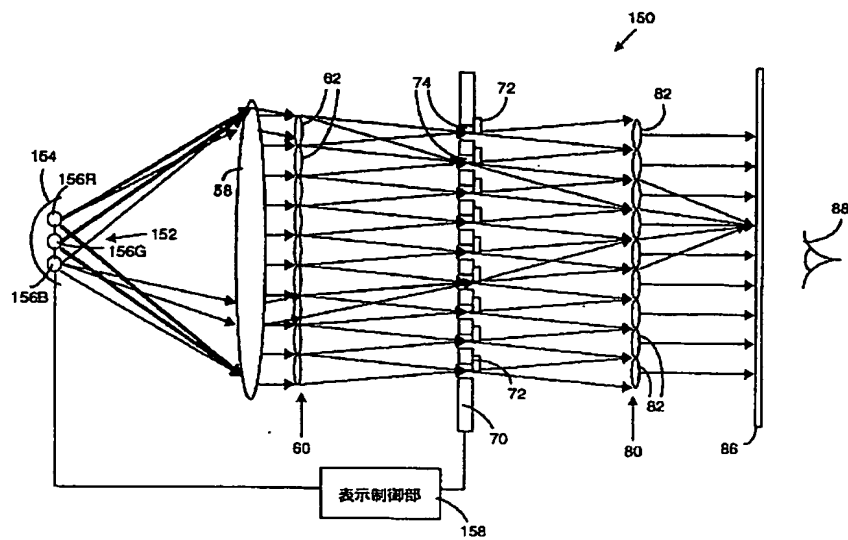
【图23】



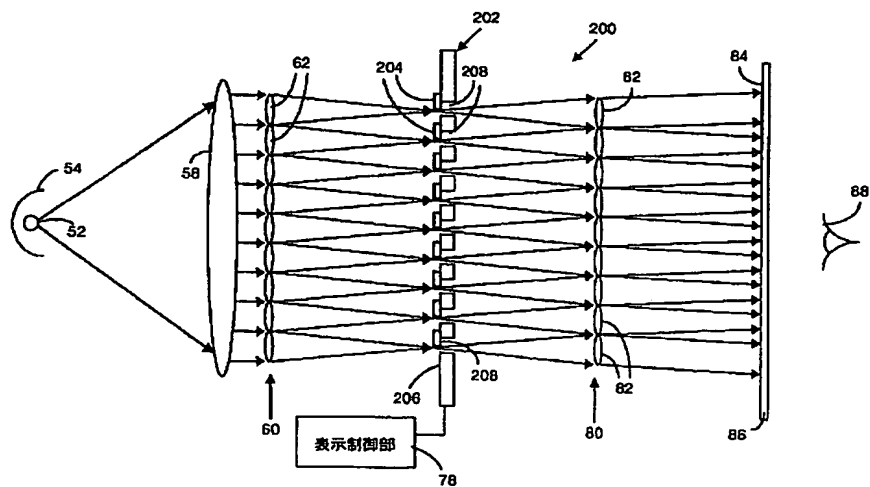
【图25】



【図19】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル ジェイ. シンクレアー
アメリカ合衆国 98033 ワシントン州
カークランド レイク ワシントン プール
バード ノースイースト 4331 ナンバ
ー7309

Fターム(参考) 2H041 AA05 AA12 AB02 AB14 AC06
AC07 A208
5C058 AA18 BA05 BA08

JAPANESE [JP,09-510797,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION DRAWINGS CORRECTION OR AMENDMENT

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. It is Approach of Manufacturing Active-Matrix Display. Make the array of a transistor circuit form using the semi-conductor layer on the first substrate, and opening which limits a pixel electrode field to this semi-conductor layer is given. the array of a pixel electrode is made to form in each of this pixel electrode field, and electric connection of each pixel electrode is carried out one of these the transistor circuits -- making -- and -- Approach containing what the array of this transistor circuit and the array of a pixel electrode are moved for from this first substrate on the second substrate.
2. Approach of the 1st term of claim which includes further making the first insulating substrate by making thin layer of silicon dioxide form on silicon substrate, and making semi-conductor layer which contains single crystal silicon on this silicon dioxide.
3. Approach of the 2nd term of claim which includes further that this **** phase pastes up array of this pixel electrode and transistor circuit on light transmission nature substrate.
4. Approach of the 3rd term of claim that the thin layer insulating layer shows light transmission nature here, including further etching this silicon substrate in order to remove active matrix from this substrate.
5. Approach of the 1st term of claim which includes further making color filter array form on this pixel electrode.
6. Approach of the 5th term including this color filter formation phase making polyimide film form on each pixel electrode, and heat-treating this polyimide film of claim.
7. Approach of the 1st term of claim including this pixel electrode formation phase producing field of metallic oxide or metal nitride.
8. Approach of the 1st term of claim including this pixel electrode formation phase producing field of indium oxide tin.
9. the manufacture approach of an active-matrix display -- it is -- a semi-conductor layer is formed on an insulating layer and the first substrate -- making -- the array of a transistor circuit is formed using this semi-conductor layer -- making -- the array and this insulating layer of this transistor circuit -- the second substrate top from this first substrate -- moving -- and -- Approach containing what this a part of insulating layer is removed for so that the array of pixel electrode opening which pierces through this insulating layer and is extended may be made to limit.
10. The approach of the 9th term of a claim that formation of this first substrate includes making the thin layer of a silicon dioxide form on a silicon substrate although it includes further making a semi-conductor layer form using single crystal silicon, removing these some single crystal silicon so that a pixel electrode field may be made to limit, and making this insulating-substrate layer form on this first substrate.
11. The approach of the 10th term of a claim of making the array of a pixel electrode forming in the array of this opening behind this removal phase, including further this **** phase pasting up the array of this transistor circuit on a light transmission nature substrate.
12. The approach of the 11th term of a claim that the thin layer insulating layer shows light transmission nature here, including further etching this silicon substrate in order to remove an active matrix from this substrate.
13. The approach of the 9th term of a claim which includes further making a color filter array form on this pixel electrode field.
14. The approach of the 13th term including this color filter formation phase making a polyimide film form on each pixel electrode, and heat-treating this polyimide film of a claim.
15. an active-matrix liquid crystal display -- it is -- Array of the transistor circuit in which it was made to form using the semi-conductor layer which spreads at the flat surface on an insulating layer the array of the pixel electrode located in this semi-conductor stratification plane on this insulating-layer field -- and -- Active-matrix liquid crystal display

- containing the liquid crystal ingredient located between the array of this pixel electrode, and a counter-electrode.
16. The active-matrix liquid crystal display of the 15th term of a claim with which owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. of the array of opening to which this semi-conductor layer contains single crystal silicon in, and limits a pixel electrode field is carried out, and this insulating layer contains the thin layer of a silicon dioxide.
17. The active-matrix liquid crystal display of the 15th term of a claim which contains further this pixel electrode and the adhesives which paste up the array of a transistor circuit on a light transmission nature substrate.
18. The active-matrix liquid crystal display of the 15th term of a claim which includes a color filter array further on this pixel electrode.
19. The active-matrix liquid crystal display of the 18th term of a claim with which this color filter array on each pixel electrode contains a polyimide film.
20. The active-matrix liquid crystal display of the 15th term of a claim with which each pixel electrode contains a metallic oxide or a metal nitride.
21. The active-matrix liquid crystal display of the 15th term of a claim with which each pixel electrode includes the field of indium oxide tin.
22. They are an active matrix and a liquid crystal display. Array of the transistor circuit in which it was made to form using the semi-conductor layer on the insulating layer which spreads at a flat surface Array of a pixel electrode which each is located in the flat surface of this insulating layer, and is carrying out electric conduction contact in the transistor circuit Active-matrix liquid crystal display containing the liquid crystal ingredient located between the array of this pixel electrode, and a counter-electrode.
23. The active-matrix liquid crystal display of the 22nd term of a claim which has opening which owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. of the opening to which this semi-conductor layer contains single crystal silicon in, and limits a pixel electrode field is carried out, and this insulating layer contains the silicon-dioxide thin layer, and is equivalent to this pixel electrode field.
24. The active-matrix liquid crystal display of the 22nd term of a claim which includes further the color filter array whose each contains the polyimide film which has aligned together with each pixel electrode.
25. The active-matrix liquid crystal display of the 22nd term of a claim with which each pixel electrode contains the oxide of a semi-conductor.
26. The active-matrix liquid crystal display of the 22nd term of a claim with which each pixel electrode includes the field of indium oxide tin.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

The manufacture approach related application of an active-matrix pixel electrode International application number PCT/US 93/08601 submitted as of [of the United States patent consecutive numbers 07/944,207 which submitted this application as of September 11, 1992] September 10, 1993 which is continuation application a part is continuation application a part, and the contents of the above-mentioned application are included in this specification by quoting. Background of invention The active-matrix display (active matrix displays) which used liquid crystal or an electroluminescence ingredient in order to make a high quality picture is developed. It is expected that such a display gives a clearer television picture instead of a Braun-tube (CRT) technique. The root most expected by the root which faces to a large-scale high quality liquid crystal display (LCD) is the approach of the active matrix which makes for example, a thin layer transistor (TFT) colocalization-ize together with a LCD pixel. The main advantages which the approach of an active matrix using this TFT has are that the cross talk (cross-talk) between pixels is lost, and that gray scale (grey scale) are excellent, and this can be attained by using LCD which shows compatibility to TFT.

It is the second polarizing filter to the source of :white light where five layers from which the following generally differs are contained in the monotonous display using LCD, the first polarizing filter attached in one side of the circuit panels (TFT has arranged to this) so that a pixel might be made to form, the filter plate which was made to arrange so that a pixel may be made to form and which contains the three primary colors at least, and the last. The volume between this circuit panel and a filter plate is filled up with the liquid crystal ingredient. This ingredient changes polarization in this ingredient, when the ground (ground) currently stuck on the filter plate and the ingredient located between circuit panels are crossed and electric field are applied. Therefore, if each pixel of a display is made "close" (turn on), the above-mentioned liquid crystal ingredient will adjust the light which penetrates the inside of this ingredient so that light may penetrate the second polarizing filter.

The main approaches in which TFT is made to form over the large area required of a monotonous display were accompanied by use of the amorphous silicon developed with the optical electromotive equipment of a large area before. Although it is checked that approach of TFT can be realized, if amorphous silicon is used, a specific panel engine-performance side will get worse. For example, TFT of amorphous silicon runs short of the frequency responses by which a thing with the electronic low (this is peculiar to an amorphous ingredient) movability is the cause, and is needed for a large area display. Therefore, if amorphous silicon is used, a display speed is restricted and it is unsuitable also for high-speed logic (fast logic) required to promote this display again.

Polycrystal nature silicon or laser recrystallization silicon is contained in other alternate material from which a limit of such amorphous silicon becomes a cause. With such an ingredient, since the silicon already located on glass is used, there is a limit, and generally the further circuit processing is restricted to low temperature.

Therefore, the manufacture which gives the rate desired and makes TFT, driver line (driver circuit), and electrode of high quality to the pixels of each of a panel display is easy, and the approach that costs are low is searched for.

Epitome of invention This invention processes the transistor which controls each pixel of this display to the above-mentioned thin layer here about the manufacture approach of a single crystal or the panel display which essentially used the thin layer of the silicon of a single crystal, and the above-mentioned display. It is usable for the various applications in which, as for the above-mentioned display, both include a head wearing mold display using this approach by manufacture of a transparency display, for example, a liquid crystal projection display, or the manufacture of a radiation display which includes an electroluminescence (EL) display again.

In a suitable mode, the above-mentioned thin layer or a transistor array is moved on the substrate in which permeability is shown optically, for example, glass, a transparent plastic, etc. This process "to move" is typically accompanied by removing that semi-conductor substrate from the insulator top silicon (silicon-on-insulator) (SOI) structure (the SOI

structure including this circuit being made to form on this) by making a transparent substrate adhere to this circuit using adhesives. In this mode, a single crystal silicon thin layer is used the making the pixel matrix array of the thin layer transistor which operates each pixel of LCD form purpose. A very suitable CMOS circuit to operate a panel display can be made to form in the same thin layer ingredient in which the above-mentioned transistor was made to form. It is not necessary to use a wire and wire association, and a matrix array can be made to link the above-mentioned circuit completely using a thin layer metallic-coating technique.

A pixel electrode is made in this active-matrix display using a transparent conductive ingredient, for example, indium oxide tin, other metallic oxides, for example, a titanium dioxide, or a zinc oxide. A conductive nitride, for example, aluminum nitride etc., is usable. It can precede moving this circuit on a transparent substrate, and the above-mentioned electrode can be made to form in a suitable specific mode. Moreover, after moving an active-matrix circuit on a transparent substrate, a pixel electrode can be made to form in other suitable modes. Bahia (vias) which pierces through an insulating layer [a transistor circuit is made to form on this and each switching (switching) transistors of those are made to carry out electric conduction connection of the pixel electrode] is made to form in the latter mode. It enables this to make this electrode to a transistor time on the street again.

Another suitable mode of this invention includes making a color filter element form by manufacture of a color display. It precedes moving this color filter element suitably, and it is made to form, therefore is made to form on the optical permeability substrate before making it form in the near opposite side in which it is made to form in the same side as the side in which the pixel electrode of an insulating layer is located, or the pixel electrode of an insulating layer is located as an exception method or moving this circuit on a substrate as a 3rd exception method. or [including the blue, the green, and the red field of polyimide in this color filter element] -- or other ingredients stained appropriately may be included, it seems to align together with the pixel electrode array in the display device produced as a result, and these are made to form Moreover, it is also possible to manufacture a subtractive color display using the color filter element which has cyanogen, a magenta, and a yellow pigment.

If such structure is used by the color filter system, it will become possible for you to stick a color filter element to a pixel electrode, and to make it located. Light is not so parallel and it is desirable to make distance between a filter element and a corresponding pixel electrode into the minimum, in order for the light which the size of a pixel is small, namely, passes along the filter element of a pixel with which 100 microns of pitches are the transparency system which is the range of 10 to 30 microns suitably from 10 microns, and they adjoin from a fixed pixel electrode to make low the degree left and spread from a shaft. the range whose distance from a pixel electrode a color filter element is directly located on a pixel electrode material in this system, or is 1 - 10 microns as an exception method -- a color filter element is suitably located within the limits of 1 - 4 microns.

Easy explanation of drawing Drawing 1 A-1D shows the manufacture procedure of the suitable active-matrix liquid crystal display manufacture approach.

Drawing 2 A-2D shows the order of a process which manufactures the pixel electrode of an active-matrix display.

Drawing 3 shows another suitable mode of contact in contact with the pixel electrode in the case of a liquid crystal display.

Drawing 4 A-4D shows another suitable method of manufacturing the pixel electrode of an active-matrix display.

Drawing 5 shows the sectional view of the suitable mode of this invention, and contact of a transistor is extended and it touches the pixel electrode here.

Drawing 6 A-6D is a source of a semi-conductor, or a drain (drain) about a pixel electrode material.

The process procedure of making a field contacting directly is shown.

Drawing 7 is a sectional view which is filling Bahia where transistor contact in contact with a pixel electrode penetrates an insulating layer.

Drawing 8 A-8D shows the process procedure of making a pixel electrode forming, after moving an active-matrix circuit.

Drawing 9 A-9D shows the process procedure of removing the field of an insulating layer so that a pixel electrode field may be specified, after moving.

Drawing 10 A-10B shows another suitable method of making a pixel electrode form, after moving.

Drawing 11 A-11B explains how to make a titanium-dioxide pixel electrode.

Drawing 12 A-12E shows the process procedure of making a color filter element forming on an active-matrix circuit.

Drawing 13 A-13C shows the process procedure of making a color filter system forming on the light transmission nature substrate in the case of a liquid crystal display.

Drawing 14 A-14C shows the process procedure of making a color filter system and a pixel electrode forming in the side which an insulating layer faces.

Drawing 15 is the sectional view of the display device assembled partially, and makes an electrode form in a transistor time on the street here.

Drawing 16 is the plan showing the suitable mode of the pattern-ized pixel electrode.

Drawing 17 is the plan showing another suitable mode of the pattern-ized pixel electrode.

Drawing 18 is the plan showing another suitable mode of the pattern-ized pixel electrode.

Detailed explanation of a suitable mode The process flow procedure of drawing 1 A-1D explains the suitable mode of this invention. he makes the active-matrix circuit of an electronic display form in a single crystal silicon thin layer, and be fastidious in it so that it is explained by U.S. Pat. No. 5,206,749 (the contents of this are included in this specification by quoting) in full detail -- a display can be manufactured by moving on the glass substrate of **. A transistor 14 is made to fabricate in an active-matrix circuit in drawing 1 A using the single crystal silicon thin layer 10 on the insulating layer located on the silicon substrate 8 (not shown for the purpose of precision in the next drawing). As the oxide located in the bottom of it is exposed and it is shown in drawing 1 B by making silicon etching received in the field 15 in which a pixel electrode should be made to form, i.e., the field of a circuit, after that, the transparent conductive pixel electrode 20 is made to form on that exposed oxide or it, a part of this electrode made to adhere is extended above the transistor side attachment wall 16, and it results in the contact metallic coating 18 of a transistor 14. Next, after making the passivation layer 22 (drawing 1 C) form on this whole device, this is optically moved to the transparent substrate 24, as shown in drawing 1 D. **** currently explained by U.S. Pat. No. 5,256,562 (the contents of this are included in this specification by quoting) in full detail -- this circuit is firmly fixed to a substrate 24 using the transparent adhesives 26. Next, after making this composite structure 32 adhere to a counter-electrode 30 and a polarization element (not shown), the liquid crystal ingredient 28 is inserted into the cavity produced between an oxidizing zone 12 and a counter-electrode 30.

It is included that the number of process steps which the approach besides shown gives some advantages, and needs to be used for it when it is going to manufacture the reliable equipment which suits other processing demands to it by high yield at the same time the optical permeability loss which will take place if the **** silicon pixel described by U.S. Pat. No. 5,206,749 is used falls to such an advantage becomes min.

The process procedure of drawing 2 A-2D explains another suitable mode of this invention. As shown in drawing 1 A, the array of a transistor 40 is produced using a part of single crystal silicon layer 10. Only the data line metallic coating 42 is produced in this mode. As shown in drawing 2 B, the oxide 12 located in the bottom of it is exposed by attaching a mask to some single crystal silicon of a transistor 40, and removing the silicon field of each pixel electrode. ****, such as indium oxide tin (ITO) after removing this mask (not shown), -- the transparent conductive electrode 44 is made to adhere and a surface of action 46 is directly contacted to single crystal silicon. Next, although the above-mentioned device is moved on glass or a plastic plate 24 as shown in drawing 2 D after making it passivate by making the low-temperature-oxidation object 48 on the above-mentioned circuit as shown in drawing 2 C, the above-mentioned active-matrix circuit is pasted up on the above-mentioned substrate 24 here using adhesives 26.

Before moving as described by U.S. Pat. No. 5,206,749 incorporated at the beginning, an active-matrix transistor circuit is made to form in the single crystal silicon ingredient which has insulator top silicon (SOI) structure. This SOI structure can be manufactured with many techniques, and recrystallization of the non-single crystal silicon made to adhere to the silicon-dioxide layer produced on the single crystal silicon substrate (not shown in this Fig. in order to clarify) is included in this technique. This silicon or other semi-conductor substrates are removable by etching, after pasting up the above-mentioned circuit on the transparent substrate 24. Other SOI structure manufacture approaches are usable, and after pasting up two wafers with adhesives and making a thin layer form one wafer in piles, the approach by blowing oxygen into a silicon wafer is included in such an approach as the method of moving this thin layer on glass, or an exception method.

The format which makes a pixel electrode connect with a transistor 50 is shown in drawing 3 , and the transistor electrode metallic coating 56 is made to connect the transparent conductive pixel ingredient 54 with it here using the second metallic coating 52.

The process procedure of drawing 4 A-4D explains another suitable mode to manufacture a penetrable pixel electrode. The sectional view of transistor 60 circuit after removing silicon from the pixel electrode field 62 to drawing 4 A is shown. Before manufacturing a pixel electrode, the low-temperature oxide layer 64 is made to adhere in drawing 4 B. In drawing 4 C, a passivation layer is cut (66), and while exposing transistor metallic coating for pixel electrodes, the pixel electrode field 62 is exposed. Next, the exposed transistor metallic coating is made to contact so that a part of pixel electrode field and passivation layer may be covered, and the penetrable and conductive pixel electrode 68 is made to form, as shown in drawing 4 D. All transistor fields or a part effective in using by EL display manufacture may be covered with an electrode 68.

The suitable option which manufactures a transparent conductive pixel electrode is shown in drawing 5 . In this mode, the pixel electrode metallic coating 72 to a transistor 70 was extended across the transistor-circuit field, and has reached on that exposed oxide 12 or it. This transparent pixel electrode material 74 touches this metallic coating in the offset surface of action 76. After making this pixel electrode material 74 adhere, a passivation layer (not shown) is made to form. In the above-mentioned mode and other modes which are described on these specifications, an electroluminescence ingredient and/or a color filter element can be made on the above-mentioned pixel electrode, and the display circuit which will be produced as the result if wished can be moved on the second substrate so that it may consider to the following of this specification.

Another suitable mode is shown in order of the process of drawing 6 A-6D. In this mode, as shown in drawing 6 A, a circuit 80 is prepared by data line metallic coating. Bahia 82 which pierces through an oxide layer 81 and results in a single crystal silicon ingredient is opened (drawing 6 B). next, the purpose to which a pixel electrode material is made to adhere -- a sputter -- the surface treatment (84) of being dirty (sputter etch) and the silicon using a palladium chloride or a platinum chloride -- or Bahia opening of each transistor circuit within the above-mentioned matrix is prepared by making a nickel thin layer adhere as an exception method. After processing this pixel electrode material 86 (it is ITO in this example) on the preparation front face of the silicon exposed in that Bahia, or it (drawing 6 C), the passivation layer 88 is made to adhere (drawing 6 D).

The mode same with having manufactured by drawing 6 A-6D is shown except filling Bahia with the metal plug or the contact filter 90 made to adhere to drawing 7 . As for this filter, it is possible to also make this filter form by carrying out chemical vacuum deposition of the **** metals, such as a tungsten, in the phase which may be nickel which carried out electroless deposition, or became independent of formation of other transistor contact. Can come, and it is alike, then the ITO electrode 92 is made to adhere on a filter 90, a transistor side attachment wall and a pixel electrode field, or it, and it pattern-izes. In this process, a different ingredient from the ingredient used by data line metallic coating can be used by pixel electrode contact. Thereby, the conductivity to an ITO electrode material is improved.

The further suitable mode of this invention is accompanied by the process in which an active-matrix pixel electrode is made to form after exposing the background (a single crystal silicon thin layer exists) of an insulator, by moving an active-matrix circuit on a transparent substrate. The order explaining this mode of a process is shown in drawing 8 A-8D. Although the transfer substrate (transfer substrate) is used, it mentions specially that this is not shown in this Fig. for the purpose of precision. In this process, the active-matrix circuit to move is prepared, as shown in drawing 8 A. As shown in drawing 8 B, the silicon surface of action 104 in a transistor circuit is exposed by producing Bahia 102 which pierces through an insulator 12. Moreover, as shown in 8B, processing 106 on the front face of silicon exposed as mentioned above can be performed if needed. Next, a pixel electrode is made to form by making the transparent conductive electrode material 108 adhere, and pattern-izing at the same time it makes the electric contact which reaches a transistor circuit through Bahia 102 form (drawing 8 C).

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the 1st term of Article 17 of Patent Law, and the convention of 2 of Article 17 of Patent Law

[Section partition] The 2nd partition of the 6th section

[Publication date] August 20, Heisei 14 (2002. 8.20)

[Official announcement number] ***** 9-510797

[Official announcement day] October 28, Heisei 9 (1997. 10.28)

[Annual volume number]

[Application number] Japanese Patent Application No. 7-524726

[The 7th edition of International Patent Classification]

G02F 1/136 500

H01L 21/336

29/786

[FI]

G02F 1/136 500

H01L 29/78 612 Z

手続補正書

平成14年3月12日

特許庁長官 及川 耕造 殿

1. 事件の表示

平成7年特許願第524726号

2. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 コピン・コーポレーション

3. 代理人

住所 〒107 0052 東京都港区赤坂1丁目9番15号

日本自転車会館

氏名 (6078) 弁理士 小田島 平吉



電話 3585-2256

4. 補正命令の日付 なし

5. 補正の対象

請求の範囲

6. 補正の内容

(1) 請求の範囲の欄を別紙のとおり訂正する。

以上

別紙

請求の範囲

- 『 1. アクティブ・マトリックス・ディスプレイの製造方法であって、絶縁層および第一基板上に半導体層を形成させ、この半導体層を用いてトランジスタ回路の配列を形成させ、このトランジスタ回路の配列および該絶縁層を該第一基板から第二基板上に移し、そして該絶縁層を貫いて伸びるピクセル電極開口部の配列を形成するように該絶縁層の一部を除去する、ことを含む方法。
2. 単結晶ケイ素を用いて半導体層を形成させ、ピクセル電極領域を規定させるように該単結晶ケイ素の一部を除去し、そして該第一基板上に該絶縁基板層を形成させることを更に含むが、この第一基板の形成が、ケイ素基板上に二酸化ケイ素の薄層を形成させることを含む請求の範囲第1項の方法。
3. 該移す段階が該トランジスタ回路の配列を光透過性基板に接着させることを更に含みそして該除去段階の後に該開口部の配列内にピクセル電極の配列を形成させる請求の範囲第2項の方法。
4. アクティブ・マトリックスを該基板から取り外す目的で該ケイ素基板のエッチングを行うことを更に含み、ここで、その薄層絶縁層が光透過性を示す請求の範囲第3項の方法。
5. 該ピクセル電極領域上にカラーフィルター配列を形成させることを更に含む請求の範囲第1項の方法。

6. 該カラーフィルター形成段階が各ピクセル電極上にポリイミドフィルムを形成させそしてこのポリイミドフィルムを熱処理することを含む請求の範囲第5項の方法。

7. アクティブ・マトリックス・液晶ディスプレイであって、
平面に広がる絶縁層上の半導体層を用いて形成させたトランジスタ回路の配列、

各々が該絶縁層の平面に位置していてトランジスタ回路に導電接触しているピクセル電極の配列、

該ピクセル電極の配列と対電極の間に位置する液晶材料、
を含むアクティブ・マトリックス液晶ディスプレイ。

8. 該半導体層が単結晶ケイ素を含んでいてピクセル電極領域を規定する開口部を有しそして該絶縁層が二酸化ケイ素薄層を含んでいて該ピクセル電極領域に相当する開口部を有する請求の範囲第7項のアクティブ・マトリックス液晶ディスプレイ。

9. 各ピクセル電極と一緒に整列しているポリイミドフィルムを各々が含有するカラーフィルター配列を更に含む請求の範囲第7項のアクティブ・マトリックス液晶ディスプレイ。

10. 各ピクセル電極が半導体の酸化物を含む請求の範囲第7項のアクティブ・マトリックス液晶ディスプレイ。

11. 各ピクセル電極が酸化インジウム錫の領域を含む請求の範囲第7項のアクティブ・マトリックス液晶ディスプレイ。』

以上

[Translation done.]